

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-308894

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H02P 7/63

H02P 3/18

H02P 7/36

(21)Application number : 10-124214

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 18.04.1998

(72)Inventor : MORIMOTO SHINYA

OGURO RYUICHI

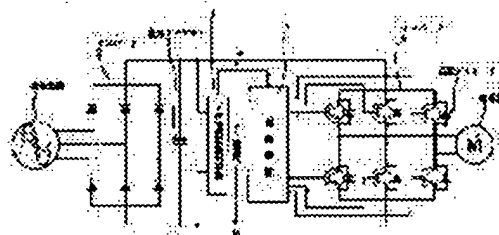
FUJII SHUICHI

(54) PROCESS FOR POWER FAILURE OF MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To extend in the maximum extent the time required until the control is disabled, by reducing the rotating speed of motor until a DC voltage becomes lower than the lower limit voltage in the preset reduction rate when the detected DC voltage becomes lower than the power failure detection level voltage, and until voltage control returns to the ordinary control when the DC voltage exceeds the lower limit value voltage.

SOLUTION: An AC voltage supplied from an AC power supply 1 is rectified to a DC voltage, a PN voltage thereof is smoothed via a DC capacitor 3 and is then applied to an inverter 6. This voltage is then detected by a PN voltage detecting means 4 and is then applied to a controller 5. Here, the lower limit allowable voltage of a DC voltage and the power failure detecting level voltage are set. When a detected value of DC voltage from the PN voltage detecting means 4 becomes lower than the power failure detecting level voltage during the motor operation, the motor is reduced in rotating speed until it exceeds the lower limit allowable voltage in the preset reduction rate. When the DC voltage exceeds the lower limit allowable voltage, voltage control is returned to the ordinary control. As a result, the time required until the control is disabled during the power failure can be extended during the operation of motor.



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the art of the operation control at the time of the momentary stop (momentary interruption of service) of a motor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The converter section which changes the supply voltage from AC power supply into direct current voltage conventionally, The direct-current capacitor which graduates the changed direct current voltage, and a direct-current-voltage detection means to detect the magnitude of the graduated direct current voltage, The inverter section which switches the graduated direct current voltage and is changed into the alternating voltage of a necessary frequency, In the control unit of the motor equipped with the conversion circuit for reviving the power of ***** to said AC power supply, and the control circuit which generates the pattern of SUICHINGU of an inverter and controls the drive of a motor When the graduated direct current voltage VPN was supervised and this direct current voltage VPN became lower than threshold value and the low-battery level VU 1, the base block of the semi-conductor of the inverter section or the gate block was performed. Or it judges that it recovered and is usually made to make it control, when it slows down at the set-up moderation rate which exists when it becomes lower than the low-battery warning level VU 0 higher than the previous low-battery level VU 1, the power of a motor is revived to a power-source side and direct current voltage VPN exceeds the low-battery warning level VU 0 henceforth [this is called "conventional example 1"].

[0003] Moreover, when an external power fails for power to JP,8-19286,A [this is called "conventional example 2"], a motor is slowed down to it, and there is motor control equipment which prevents the free run condition of a dangerous motor in it. Namely, connect also with a control power circuit, and an external power generates the electrical potential difference of the drive level of a circuit, and supplies it to an accumulation-of-electricity circuit. Although a halt detection signal is outputted to a brake control circuit when this accumulation-of-electricity circuit supplies driver voltage to a power-source supervisory circuit, a brake control circuit, and the logic generation section, a power-source supervisory circuit supervises the electrical potential difference of an external power and foreign voltage changes into an interruption-of-service condition A brake control circuit during supply of driver voltage from an accumulation-of-electricity circuit A halt control signal is outputted to the logic generation section. This signal during an input the logic generation section It is equipment which outputs the driving signal which the inverter section suspends rotation of a motor by the predetermined rate pattern, and is slowed down during a reduced-speed-signal input as outputs the drive control signal which makes the inverter section slow down a motor.

[0004] Furthermore, there is JP,6-165579,A as a conventional example 3. This does not carry out capacity increase of the direct-current intercondenser at the time of power-source instant interruption of service of the AC motor of an electrical-potential-difference form inverter drive. Are the approach of aiming at extension of the operation continuable time amount of a motor, and if direct-current

intermediate voltage descends to the 2nd step programmed voltage at the time of instant interruption of service, will decelerate train operation dispatching, will obtain regeneration power, and reversal increase of intermediate voltage will be aimed at. It is the means which will be made to accelerate if intermediate voltage carries out rise recovery to the 1st step programmed voltage (the 1st step programmed-voltage > 2nd step programmed voltage), and repeats this.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since a motor is in a generation-of-electrical-energy condition when a power source tends to return and it is going to start control after the conventional example 1 failed for power while the motor was rotating at high speed, and it changed into the base-block condition, a control unit may be destroyed on the electrical potential difference which a motor generates. Therefore, it is necessary to compensate that the rate has fully fallen even if control goes out by interruption of service taking advantage of control as much as possible during interruption of service. When performing moderation processing, control cannot be continued to the level of interruption of service, without the ability of the regeneration of power catching up with reduction in supply voltage depending on a setup of a moderation rate. Or regeneration energy became large at the time of moderation, it went up to power-source return level, usually shifted to control, acceleration was started, sag was carried out rapidly, it fell even to interruption-of-service level, or moderation processing was performed again, and there was a trouble of having repeated acceleration and deceleration and performing it.

[0006] Moreover, it did not pass over the conventional example 2 for the mere free run prevention means of the motor at the time of interruption of service, but further, the conventional example 3 is based on the conventionally same concept as 1, and it had a difficulty of the repeat of acceleration and deceleration. In here, this invention conquers such fault of the example of since [each] **, and prepares a hysteresis in the disregard level and return level of interruption of service. furthermore, from changing a moderation rate and having made it an electrical potential difference come before and behind an interruption-of-service disregard level by the value change of direct current voltage [a smoothing capacitor both-ends electrical potential difference and the electrical potential difference between PN] at the time of interruption-of-service detection The electrical potential difference between PN is held until regeneration power is lost, and it aims at offering the approach of processing at the time of interruption of service of the motor which can extend time amount until it becomes out of control to the maximum extent.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned problem, invention of claim 1 in this invention The converter section which changes the supply voltage from AC power supply into direct current voltage, and the direct-current capacitor which graduates the changed direct current voltage, A direct-current-voltage detection means to detect the magnitude of said graduated direct current voltage, The inverter section which switches said graduated direct current voltage and is changed into the alternating voltage of a necessary frequency, It sets to an art at the time of interruption of service of the motor equipped with the conversion circuit for reviving the power of a motor to said AC power supply, and the control circuit which generates the pattern of SUICHINGU of said inverter and controls the drive of a motor. Usually, the minimum allowable voltage VU 0 of said direct current voltage when the electrical potential difference of the electrical-potential-difference value minimum VU 1 of said direct current voltage which can be operated, and a minimum permissible as a power source is inputted The interruption-of-service disregard level electrical potential difference [lower than said minimum allowable voltage VU 0] VU 2 higher than said electrical-potential-difference value minimum VU 1 is set up respectively. Moderation rate alphas which set up said motor when the detection value VPN of said direct current voltage from said direct-current-voltage detection means became lower than said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2 during said motor operation It slows down until it exceeds said minimum allowable voltage VU 0. When said minimum allowable voltage VU 0 is exceeded, it is an art at the time of interruption of service of the motor characterized by usually returning to control.

[0008] When the detection value VPN of said direct current voltage becomes lower than said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, invention of claim 2 of this invention It is said moderation rate α about said motor. Slow down and the detection value VPN of said direct current voltage suspends acceleration and deceleration between said minimum allowable voltage VU 0 and said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2. When the rate of said motor is set constant and the detection value VPN of said direct current voltage exceeds said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 0, it is an art at the time of interruption of service of the motor according to claim 1 characterized by usually returning to control.

[0009] When the detection value VPN of said direct current voltage becomes lower than said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, invention of claim 3 of this invention Initial value α_0 of the set-up moderation rate The detection value VPN of said direct current voltage, said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, and the suitable gain K are used. Moderation rate α Slow down at the rate expressed with $\alpha = \alpha_0 - K \cdot (VU2 - VPN)$, and said motor is controlled. When the detection value VPN of said direct current voltage exceeds said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 0, it is an art at the time of interruption of service of the motor according to claim 1 or 2 characterized by usually operating.

[0010] Invention of claim 4 of this invention is an art within the set-up time amount t at the time of interruption of service of the motor according to claim 2 characterized by suspending acceleration and deceleration and keeping the rate of said motor constant, even when the detection value VPN of said direct current voltage becomes lower than said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, the time amount t_{UV} of a from is measured and the detection value VPN of said direct current voltage exceeds said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 0.

[0011] When the detection value VPN of said direct current voltage becomes lower than said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, invention of claim 5 of this invention as the notation which shows a hand of cut -- $S(\omega)$ using -- torque command T_r $T_r = -S(\omega) - K \cdot (VU2 - VPN)$ -- however $S(\omega)$ It becomes (+) agreement when a motor rotates normally to a load. when reversing, and the torque control of said motor is carried out by the torque command to which (-) agreement is taken and which is come out of and expressed and the detection value VPN of said direct current voltage exceeds said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 0, it is an art at the time of interruption of service of the motor according to claim 1 characterized by usually operating.

[0012] The detection value VPN of said direct current voltage of invention of claim 6 of this invention is an art at the time of interruption of service of the motor according to claim 5 characterized by making the torque command to said motor into zero between the minimum allowable voltages VU 0 of said interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2 and said direct current voltage.

[0013] According to this invention equipped with the above-mentioned means, a difference (hysteresis) is given to low-battery warning level and the voltage level which a power source returns and usually shifts to operation as the first means. Furthermore, since the energy revived by the motor is changed with the magnitude of the load concerning a motor etc., it changes the deceleration time according to fluctuation of an electrical potential difference. Or in order to prevent accelerating when it usually shifts to control, and carrying out effectiveness of the electrical potential difference rapidly, a fixed period after interruption of service is maintained at a certain fixed level so that supply voltage may not fall to an interruption-of-service electrical potential difference by forbidding acceleration and repeating constant speed and moderation. Or the torque command of the moderation direction is given instead of moderation. By many of these approaches, at the time of interruption of service, time amount until it reaches an uncontrollable voltage level from a motor, using regeneration energy effectively can be kept long, and since that the rate has fully fallen can compensate even if the electric current is compared and cut off, after a power fail recovery can resume operation safely.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail, referring to a drawing. Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the general-purpose control circuit which carries out the inverter drive of the motor with which this invention is applied. The alternating voltage supplied from AC power supply 1 is rectified by direct current voltage in a converter 1, and the direct current voltage [the electrical potential difference VPN between PN] is graduated through a direct-current capacitor 3, and is impressed to an inverter 6. And direct current voltage is detected by the electrical-potential-difference detection means between PN, the control unit 5 which controls the chopper ring period of an inverter 6 is given, and a control unit 5 makes previous PN detection direct-current-voltage detection value contribute to motor train operation dispatching which is not illustrated, and adjusts the timing of the base electrical potential difference to each semi-conductor which constitutes an inverter 6.

[0015] [the gestalt 1 of operation] -- this invention sets up the interruption-of-service disregard level electrical potential difference [lower than the minimum allowable voltage VU 0 of said direct current voltage when the electrical potential difference of the electrical-potential-difference value minimum VU 1 of said direct current voltage which can usually be operated, and a minimum permissible as a power source is inputted, and this minimum allowable voltage VU 0] VU 2 higher than the electrical-potential-difference value minimum VU 1. And moderation rate alphas which set up the motor when the detection value VPN of the direct current voltage from the electrical-potential-difference detection means 4 between PN became lower than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2 during motor operation When it slows down until it exceeded the minimum allowable-voltage minimum allowable voltage VU 0, and the minimum allowable voltage VU 0 is exceeded, it is an art at the time of interruption of service of the motor which usually returns to control.

[0016] Drawing 2 is a flow chart which shows the operating procedure of invention [claim 1] of the 1st of this invention. The direct-current-voltage detection means 4 detects direct current voltage VPN [step 201]. This direct current voltage VPN is compared with the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, and when [step 202] and direct current voltage VPN are lower than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, it is a yes] flag (flag) at the [step 202. It turns ON [step 203]. The direct current voltage VUO between PN when this flag is ON and an electrical potential difference is inputted at worst which direct current voltage VPN and a voltage source permit is compared. [Step 204], When the direct-current-voltage detection value VPN between PN exceeds the direct current voltage VUO between PN, at the [step 204 to yes] The activity which sets up a flag off and usually returns to control is done. [Step 206], When the direct current voltage between PN when an electrical potential difference is inputted at worst which a voltage source permits [direct current voltage VPN] does not exceed VUO, No] is moderation rate alphas at the [step 204. It sets up and a moderation command is given [step 207].

[0017] In addition, step 202 At the time of No, it is step 204. Since it skips and the flag is off also here, it is step 204. It is set to No and this actuation is ended. By the way, moderation rate alphas The value decided with the magnitude of the load concerning the inertia of a motor and a motor etc. is set up beforehand. Fluctuation of the electrical potential difference at the time of the momentary stop by this approach and the rate of a motor are shown in drawing 3. Drawing 3 (a) The time shift Fig. of the direct current voltage and the electrical potential difference between PN at the time of instant interruption of service and drawing 3 (b) are drawing 3 (a). It is the rate variation diagram of a corresponding motor. It detects by 32. a time -- t31 -- interruption of service -- generating -- up to two or less interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU -- falling -- Time t -- Slow down from 33 to t35 at the time, and direct current voltage VPN continues a rise with regeneration power in the meantime. motor speed -- Time t -- a time -- t34 -- interruption of service -- canceling -- AC power supply -- Taira - - always -- returning -- a time -- the power surge from t34 -- carrying out -- a time -- t36 -- perfect -- an electrical potential difference -- returning -- a motor -- a time -- t35 -- acceleration -- changing -- Time t -- it returns to the rate before interruption of service by 37.

[0018] Fluctuation of the electrical potential difference at the time of the momentary stop by the conventional approach [the conventional example 1] and the rate of a motor are shown in drawing 4 for

this invention and a comparison. Drawing 4 (a) The time shift Fig. of the direct current voltage and the electrical potential difference between PN at the time of instant interruption of service, and drawing 4 (b) Drawing 4 (a) It is the rate variation diagram of a corresponding motor. However, although this conventional approach is made the same with the terms and conditions shown in the property Fig. of drawing 3 of this invention, there is no setup of the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2 in this. that processing of a return and interruption of service under the effect of response delay etc. will be repeated according to the condition of a load by the conventional technique when the regeneration electric energy by moderation is large **** -- [-- Time t -- at 44 and the time, depending on t45] and the case, an electrical potential difference may fall to interruption-of-service level, and may be unable to continue control

[0019] When the inertia of the [gestalt 3 of operation] next a driver, i.e., a motor, and its mechanical load is large, it may revive greatly by a little moderation. In this case, by the above-mentioned approach [claim 1], since an electrical potential difference rises to return level by moderation, the trouble which repeats acceleration and deceleration does not improve. Since it corresponds to this, acceleration and deceleration are forbidden between the direct current voltage VUO between PN when an electrical potential difference is inputted at worst which a voltage source permits, and the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, and a rate is made regularity [claim 2]. The flow chart by this method is shown in drawing 5, and fluctuation of the electrical potential difference at this time and change of the rate of a motor are shown in drawing 6. Drawing 6 (a) The time shift Fig. of the direct current voltage and the electrical potential difference between PN at the time of instant interruption of service, and drawing 6 (b) Drawing 6 (a) It is the rate variation diagram of a corresponding motor.

[0020] the flow chart of drawing 5 -- step 505 ***** -- drawing 2 equal -- merely -- step 505 It sets. In No Step 506 Set and it judges whether the direct-current-voltage detection value VPN between PN is larger than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2. yes it is -- if -- step 508 if a moderation command is received at the set-up moderation rate and it is No -- step 509 a moderation rate -- 0 -- carrying out -- moderation command acceleration and deceleration -- prohibition [-- it becomes t67] at the t64 -> time at the time of drawing 6 (b). Motor speed is drawing the smooth change curve good for a load.

[0021] When changing a load, a moderation rate cannot be set as the optimal value further again. In order to correspond to this, it is the moderation rate initial value $\alpha 0$. When it sets up and the direct-current-voltage detection value VPN between PN becomes lower than the value VU 2 of an interruption-of-service disregard level electrical potential difference $\text{alphad} = \alpha 0 - K \cdot (VU2 - VPN)$ (one formula),

Moderation rate alphad which is alike and is calculated more It uses and slows down. K is the conversion gain of a moderation rate and is decided by magnitude of a load etc. Thereby, fluctuation of the electrical potential difference at the time of a momentary stop and the rate of a motor become like drawing 7 [claim 3]. thus, the time t -- the smooth change curve to 76 will be followed from 72 at the time. In addition, it is drawing 7 (a) at the time of this operating procedure. The time shift Fig. of the direct current voltage and the electrical potential difference between PN at the time of instant interruption of service, and drawing 7 (b) Drawing 7 (a) It is the rate variation diagram of a corresponding motor.

[0022] Although it is necessary to enlarge moderation gain K when the [gestalt 4 of operation] load is large According to the delay of a response of a motor, reduction of the direct-current-voltage detection value VPN between PN for response delay until it starts moderation by interruption of service Early, A moderation rate in the place which was greatly corrected in connection with this and started moderation the direct-current-voltage detection value VPN between PN A motor is accelerated exceeding the direct current voltage VUO between PN when an electrical potential difference is inputted at worst which a voltage source permits, the direct-current-voltage detection value VPN between PN falls rapidly, and the problem which repeats slowing down at an again big rate may crop up. For this reason, when the direct-current-voltage detection value VPN between PN becomes lower than the interruption-of-service

disregard level electrical potential difference VU 2, the time amount tUV of a from is measured, and a rate is kept constant even if it exceeds the direct current voltage VUO between PN when an electrical potential difference is inputted at worst which a voltage source permits [the direct-current-voltage detection value VPN between PN], if it has not passed to the setup time t which this time amount tUV compensates for interruption of service [claim 4].

[0023] This flow chart is shown in drawing 8 . Time amount tUV is set up for the counted value equivalent to the time amount set point which guarantees interruption of service noting that drawing 8 calculates a mold serially. When [step 802] and time amount tUV are not 0, at the [step 802 by carrying out the subtraction count of the time amount tUV at the time of detection yes] Even if it exceeds the direct current voltage VUO between PN when an electrical potential difference is inputted at worst which a voltage source permits [the direct-current-voltage detection value VPN between PN] He is trying to keep a rate constant [Step 802 -> step 804 (since 1 is subtracted from the setup time) -> step 806 -> step 807 -> step 808]. step 802 the time of No -- step 803 if the direct-current-voltage detection value VPN between PN is lower than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2 spontaneously -- [-- step 803 -- No] step 806 ****, although this actuation is immediately finished since it is No Step 802 If the direct-current-voltage detection value VPN between PN is higher than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2, at the time of yes], it is step 805 at the [step 803. It progresses, and a flag is turned ON and time amount tUV is step 806 with the set point. It goes.

[0024] moreover, step 806 from -- step 807 if the direct-current-voltage detection value VPN between PN is higher than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VU 2 spontaneously -- [-- step 803 -- No] step 809 It goes. a ***** [that time amount tUV is larger than 0] - - judging -> yes it is -- if -- step 810 Control which set the moderation rate to 0 and forbade acceleration and deceleration is performed. It is step 811 if it is No. The direct-current-voltage detection value VPN between PN is still larger than the interruption-of-service disregard level electrical potential difference VUO, or ** is judged how. if it is No -- step 810 control -- becoming -- yes it is -- if -- step 812 It moves, a flag is turned OFF and it usually returns to control.

[0025] It is more effective to control torque directly rather than the above-mentioned means, the [gestalt 5 of operation] and when response delay is large again [claims 5 and 6]. S which changes control to a torque control instead of correcting the moderation rate of the above-mentioned means, and shows the value VU 2 of an interruption-of-service disregard level electrical potential difference, the direct-current-voltage detection value VPN between PN, and suitable Gain K and a suitable hand of cut (omega) It used (two formulas). $Tr = -S(\omega) - K(VU2 - VPN)$ (two formulas) Torque command Tr which can be found as be alike What is necessary is just to control by using [an illustration abbreviation]. However, S (omega) When a motor rotates normally to a load, it becomes (+) agreement, and (-) agreement will be taken when reversing. Thus, therefore, this invention is preparing various kinds of control means of the condition of a load how, and can make the processing at the time of interruption of service of all loads perform smoothly.

[0026]

[Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, time amount until it becomes uncontrollable at the time of the interruption of service under motor operation can be kept long, and effectiveness special [that ** which resumes control safely is made] is done so, without destroying a circuit at the time of subsequent power return, since the rate has fully fallen even if the electric current is compared and cut off.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-308894

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 P 7/63

3 0 2

H 0 2 P 7/63

3 0 2 H

3/18

3/18

Z

7/36

3 0 2

7/36

3 0 2 H

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-124214

(22) 出願日 平成10年(1998)4月18日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 森本 進也

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 小黑 龍一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 藤井 秋一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

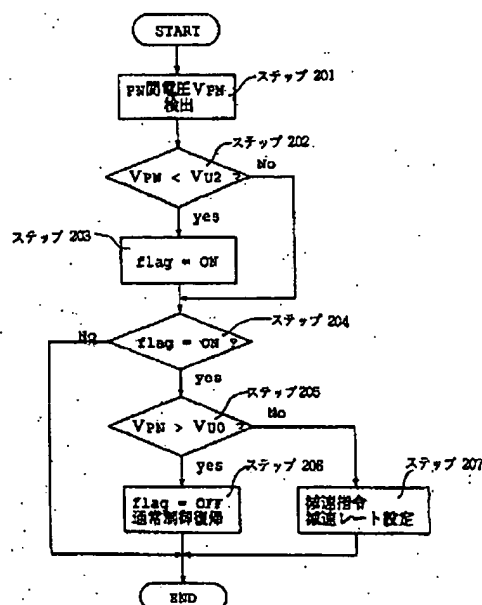
(74) 代理人 弁理士 西村 政雄

(54) 【発明の名称】 電動機の停電時処理方法

(57) 【要約】

【課題】 従来例は瞬停時減速処理のときに停電のレベルまで制御を続行できず、又は加減速を繰り返すという問題があり、これを改める。

【解決手段】 交流電源1からコンバータ2を経て直流コンデンサ3を介しインバータ6で任意の交流周波数へ変換し電動機8を制御する直流電圧検出手段4と制御装置5を備え、通常運転が可能な前記直流電圧の電圧値下限 V_{U1} と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の直流電圧の下限許容電圧 V_{U0} と、下限許容電圧 V_{U0} より低く電圧値下限 V_{U1} より高い停電検出レベル電圧 V_{U2} とを各々設定し、電動機8運転中に直流電圧検出手段4からの直流電圧の検出値 V_{PM} が停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時に電動機8を設定した減速レート α_d で下限許容電圧 V_{U0} を越えるまで減速し、下限許容電圧 V_{U0} を越えた時に通常制御に復帰する電動機の停電時処理方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する直流コンデンサと、前記平滑化された直流電圧の大きさを検出する直流電圧検出手段と、前記平滑化された直流電圧をスイッチングし所要周波数の交流電圧へ変換するインバータ部と、電動機の電力を前記交流電源へ回生するための変換回路と、前記インバータのスイッチングのパターンを生成し電動機の駆動を制御する制御回路を備えた電動機の停電時処理方法において、

通常運転が可能な前記直流電圧の電圧値下限 V_{U1} と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の前記直流電圧の下限許容電圧 V_{U0} と、前記下限許容電圧 V_{U0} より低く前記電圧値下限 V_{U1} より高い停電検出レベル電圧 V_{U2} とを各々設定し、前記電動機運転中に前記直流電圧検出手段からの前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時に前記電動機を設定した減速レート α_d で前記下限許容電圧 V_{U0} を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 V_{U0} を越えた時に通常制御に復帰することを特徴とする電動機の停電時処理方法。

【請求項2】 前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった場合に、前記電動機を前記減速レート α_d で減速し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記下限許容電圧 V_{U0} と前記停電検出レベル電圧 V_{U2} との間では加減速を停止して、前記電動機を一定とし、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた場合に通常制御に復帰することを特徴とする請求項1に記載の電動機の停電時処理方法。

【請求項3】 前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった場合に、設定した減速レートの初期値 α_0 と前記直流電圧の検出値 V_{PN} と前記停電検出レベル電圧 V_{U2} と適当なゲイン K を用いて、減速レート α_d が

$$\alpha_d = \alpha_0 - K \cdot (V_{U2} - V_{PN})$$

で表されるレートで減速して前記電動機を制御し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた時に通常運転を行うことを特徴とする請求項1または2に記載の電動機の停電時処理方法。

【請求項4】 前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時からの時間 t_{UV} を計測し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた場合でも、設定した時間 t 内では加減速を停止し前記電動機を一定に保つことを特徴とする請求項2に記載の電動機の停電時処理方法。

【請求項5】 前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった場合に、回転方向を示す記号として $S(\omega)$ を用いてトルク指令 T_r が

$$T_r = -S(\omega) \cdot K \cdot (V_{U2} - V_{PN})$$

ただし、 $S(\omega)$ は負荷に対し電動機が正転するときは

(+) 符合となり、逆転するときは(-) 符合をとる、で表されるトルク指令で前記電動機をトルク制御し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた時に通常運転を行うことを特徴とする請求項1に記載の電動機の停電時処理方法。

【請求項6】 前記直流電圧の検出値 V_{PN} が、前記停電検出レベル電圧 V_{U2} と前記直流電圧の下限許容電圧 V_{U0} の間では、前記電動機へのトルク指令を零とすることを特徴とする請求項5に記載の電動機の停電時処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動機の瞬停（瞬時の停電）時におけるその運転制御の処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する直流コンデンサと、平滑化された直流電圧の大きさを検出する直流電圧検出手段と、平滑化された直流電圧をスイッチングし所要周波数の交流電圧へ変換するインバータ部と、電動機の電力を前記交流電源へ回生するための変換回路と、インバータのスイッチングのパターンを生成し電動機の駆動を制御する制御回路を備えた電動機の制御装置においては、平滑化された直流電圧 V_{PN} を監視し、この直流電圧 V_{PN} が限界値・低電圧レベル V_{U1} より低くなった場合に、インバータ部の半導体のベースブロックあるいはゲートブロックを行っていた。あるいは先の低電圧レベル V_{U1} より高い低電圧警告レベル V_{U0} より低くなった時にある設定した減速レートで減速し、電動機の電力を電源側に回生するようにし、直流電圧 V_{PN} が低電圧警告レベル V_{U0} を越えた際に、回復したと判断し通常制御に以降するようにしていた〔これを「従来例1」という〕。

【0003】また、特開平8-19286号公報〔これを「従来例2」という〕には、外部電源が停電した時モータを減速し、危険なモータのフリーラン状態を防止するモータ制御装置がある。すなわち、外部電源は制御電源回路にも接続され回路の駆動レベルの電圧を発生して蓄電回路に供給し、この蓄電回路は電源監視回路、ブレーキ制御回路、及びロジック生成部に駆動電圧を供給し、電源監視回路は外部電源の電圧を監視し、外部電圧が停電状態になった時、停止検知信号をブレーキ制御回路に出力するが、ブレーキ制御回路は蓄電回路から駆動電圧の供給中は、ロジック生成部に停止制御信号を出力し、この信号が入力中はロジック生成部は、インバータ部にモータを減速させる駆動制御信号を出力するようにして、減速信号入力中インバータ部はモータの回転を所定の速度パターンで停止、減速する駆動信号を出力する装置である。

【0004】さらに、従来例3として特開平6-165579号

公報がある。これは電圧形インバータ駆動の交流電動機の電源瞬時停電時における直流中間コンデンサの容量増大をせず、電動機の運転継続可能時間の延長を図る方法であって、瞬時停電時に直流中間電圧が第2段設定電圧まで降下すれば運転指令を減速させて回生電力を得て中間電圧の反転増大を図り、中間電圧が第1段設定電圧（第1段設定電圧>第2段設定電圧）まで上昇回復すれば増速させ、これを繰り返す手段である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】然しながら、従来例1は電動機が高速で回転している時に停電してベースブロック状態になった後、電源が復帰し制御を開始しようとした場合、電動機は発電状態にあるため、電動機の発電する電圧で制御装置を破壊することがある。そのため停電中は出来る限り制御を生かし、停電により制御が切れても十分に速度が落ちていることを補償する必要がある。減速処理を行う場合は、減速レートの設定によっては、電力の回生が電源電圧の減少に追いつけずに停電のレベルまで制御を続行できない、あるいは、減速時に回生エネルギーが大きくなり、電源復帰レベルまで上昇して通常制御に移行して加速を開始して急激に電圧低下し、停電レベルにまで落ちるか、あるいは再び減速処理を実行し、加減速を繰り返し行うという問題点があった。

【0006】また、従来例2は停電時におけるモータの単なるフリーラン防止手段に過ぎず、さらに従来例3は従来1と同じ概念によるものであり加減速の繰り返しという難点があった。ここにおいて、本発明はこのような各従来例の不具合を克服し、停電の検出レベルと復帰レベルにヒステシスを設け、更に停電検出時に直流電圧〔平滑コンデンサ両端電圧・PN間電圧〕の値の変化によって減速レートを変更して電圧が停電検出レベル前後になるようにしたことから、回生電力がなくなるまでPN間電圧を保持し、制御不能になるまでの時間を最大限に延ばすことができる電動機の停電時処理の方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するために、本発明における請求項1の発明は、交流電源からの供給電圧を直流電圧へ変換するコンバータ部と、変換された直流電圧を平滑化する直流コンデンサと、前記平滑化された直流電圧の大きさを検出する直流電圧検出手段と、前記平滑化された直流電圧をスイッチングし所要周波数の交流電圧へ変換するインバータ部と、電動機の電力を前記交流電源へ回生するための変換回路と、前記インバータのスイッチングのパターンを生成し電動機の駆動を制御する制御回路を備えた電動機の停電時処理方法において、通常運転が可能な前記直流電圧の電圧値下限 V_{U1} と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の前記直流電圧の下限許容電圧 V_{U0} と、前記下限許容電

圧 V_{U0} より低く前記電圧値下限 V_{U1} より高い停電検出レベル電圧 V_{U2} とを各々設定し、前記電動機運転中に前記直流電圧検出手段からの前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時に前記電動機を設定した減速レート α_d で前記下限許容電圧 V_{U0} を越えるまで減速し、前記下限許容電圧 V_{U0} を越えた時に通常制御に復帰することを特徴とする電動機の停電時処理方法である。

【0008】本発明の請求項2の発明は、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった場合に、前記電動機を前記減速レート α_d で減速し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記下限許容電圧 V_{U0} と前記停電検出レベル電圧 V_{U2} との間では加減速を停止して、前記電動機を速度を一定とし、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた場合に通常制御に復帰することを特徴とする請求項1に記載の電動機の停電時処理方法である。

【0009】本発明の請求項3の発明は、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった場合に、設定した減速レートの初期値 α_0 と前記直流電圧の検出値 V_{PN} と前記停電検出レベル電圧 V_{U2} と適当なゲイン K を用いて、減速レート α_d が $\alpha_d = \alpha_0 - K \cdot (V_{U2} - V_{PN})$ で表されるレートで減速して前記電動機を制御し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた時に通常運転を行うことを特徴とする請求項1または2に記載の電動機の停電時処理方法である。

【0010】本発明の請求項4の発明は、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時からの時間 t_{UV} を計測し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた場合でも、設定した時間 t 内では加減速を停止し前記電動機の速度を一定に保つことを特徴とする請求項2に記載の電動機の停電時処理方法である。

【0011】本発明の請求項5の発明は、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった場合に、回転方向を示す記号として $S(\omega)$ を用いてトルク指令 T_r が $T_r = -S(\omega) \cdot K \cdot (V_{U2} - V_{PN})$ ただし、 $S(\omega)$ は負荷に対し電動機が正転するときは(+)符合となり、逆転するときは(-)符合をとる、で表されるトルク指令で前記電動機をトルク制御し、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が前記停電検出レベル電圧 V_{U0} を越えた時に通常運転を行うことを特徴とする請求項1に記載の電動機の停電時処理方法である。

【0012】本発明の請求項6の発明は、前記直流電圧の検出値 V_{PN} が、前記停電検出レベル電圧 V_{U2} と前記直流電圧の下限許容電圧 V_{U0} の間では、前記電動機へのトルク指令を零とすることを特徴とする請求項5に記載の電動機の停電時処理方法である。

【0013】上記手段を具える本発明によれば、第一の

手段としては、低電圧警告レベルと、電源が復帰し通常運転に移行する電圧レベルとに差（ヒステシス）を持たせる。さらに、電動機によって回生されるエネルギーは電動機にかかる負荷の大きさなどにより変動するため、減速時間を電圧の変動に合わせて変化させる。あるいは、通常制御に移行した時に加速して急激に電圧を効果させることを防ぐため、停電後の一定期間は加速を禁止して一定速度と減速を繰り返す事で電源電圧が停電電圧まで落ちないようにある一定のレベルに保つようにする。または、減速の代わりに減速方向のトルク指令を与える。これらの諸方法により、停電時、電動機から回生エネルギーを有効に利用して制御が不可能な電圧レベルに達するまでの時間を長く保つ事ができ、例えば停電しても速度が十分に下がっている事が補償できるため停電復帰後も安全に運転を再開することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本発明が適用される電動機をインバータ駆動する汎用の制御回路の構成を示すブロック図である。交流電源1から供給される交流電圧はコンバータ1において直流電圧に整流され、その直流電圧〔PN間電圧 V_{PN} 〕は直流コンデンサ3を介して平滑化されてインバータ6へ印加される。そして、直流電圧はPN間電圧検出手段によって検出され、インバータ6のチョッパリング周期を制御する制御装置5に与えられ、制御装置5は図示していない電動機運転指令に、先のPN間検出直流電圧検出値を寄与させて、インバータ6を構成する各半導体へのベース電圧のタイミングを調整する。

【0015】【実施の形態1】この発明は、通常運転が可能な前記直流電圧の電圧値下限 V_{U1} と、電源として許容できる下限の電圧が入力された時の前記直流電圧の下限許容電圧 V_{U0} と、この下限許容電圧 V_{U0} より低く電圧値下限 V_{U1} より高い停電検出レベル電圧 V_{U2} とを設定しておく。そして、電動機運転中にPN間電圧検出手段4からの直流電圧の検出値 V_{PN} が、停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時に、電動機を設定した減速レート α_d で下限許容電圧下限許容電圧 V_{U0} を越えるまで減速し、その下限許容電圧 V_{U0} を越えた時に通常制御に復帰する電動機の停電時処理方法である。

【0016】図2は、本発明の第1の発明〔請求項1〕の操作手順を示すフローチャートである。直流電圧検出手段4により直流電圧 V_{PN} を検出する〔ステップ201〕。この直流電圧 V_{PN} と停電検出レベル電圧 V_{U2} とを比較し〔ステップ202〕、直流電圧 V_{PN} が停電検出レベル電圧 V_{U2} より低い時〔ステップ202でyes〕フラッグ（flag）をオンにする〔ステップ203〕。このフラッグがオンの場合、直流電圧 V_{PN} と電圧源が許容する最低限電圧が入力された時のPN間直流電圧 V_{U0} とを比較し〔ステップ204〕、PN間直流電圧検出値 V_{PN} がPN間

直流電圧 V_{U0} を越えた場合〔ステップ204でyes〕に、フラッグをオフに設定し通常制御に復帰する作業を行い〔ステップ206〕、直流電圧 V_{PN} が電圧源が許容する最低限電圧が入力された時のPN間の直流電圧が V_{U0} を越えない場合〔ステップ204でNo〕は、減速レート α_d を設定し減速指令を与える〔ステップ207〕。

【0017】その他、ステップ202でNoのときは、ステップ204に跳び、ここでもフラッグはオフであるから、ステップ204もNoとなり、この操作は終了する。ところで、減速レート α_d は電動機のイナーシャおよび電動機にかかる負荷の大きさなどによって決められた値を予め設定しておく。この方法による瞬停時の電圧の変動および電動機速度を図3に示す。図3(a)は瞬時停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、図3(b)は図3(a)に対応する電動機速度変化図である。時点 t_{31} で停電が発生し、停電検出レベル電圧 V_{U2} 以下まで低下し時点 t_{32} で検知し、電動機速度は時点 t_{33} から時点 t_{35} まで減速し、その間回生電力で直流電圧 V_{PN} は上昇を続け、時点 t_{34} で停電が解除して交流電源が正常に復帰し、時点 t_{34} から電圧上昇し時点 t_{36} で完全に電圧は復帰し、電動機は時点 t_{35} で加速に転じ時点 t_{37} で停電前速度に復帰する。

【0018】本発明と比較のため従来方法〔従来例1〕による瞬停時の電圧の変動および電動機速度を図4に示す。図4(a)は瞬時停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、図4(b)は図4(a)に対応する電動機速度変化図である。ただし、この従来方法は本発明の図3の特性図に示した諸条件と同じくしてあるが、これには停電検出レベル電圧 V_{U2} の設定はない。従来手法では負荷の状態によって、減速による回生電力量が大きい場合に応答遅れなどの影響により、復帰と停電の処理を繰り返すことになったり〔時点 t_{44} 、時点 t_{45} 〕、場合によっては電圧が停電レベルまで落ちてしまい制御を続行出来ない場合がある。

【0019】【実施の形態3】次に、駆動体つまり電動機とその機械的負荷のイナーシャが大きい場合など、少しの減速で大きく回生する場合がある。この場合は前述の方法〔請求項1〕だけでは、減速によって復帰レベルまで電圧が上昇するため、加減速を繰り返す問題点は改善されない。これに対応するため、電圧源が許容する最低限電圧が入力された時のPN間直流電圧 V_{U0} と停電検出レベル電圧 V_{U2} の間に加減速を禁止して速度を一定にする〔請求項2〕。本方式によるフローチャートを図5に示し、このときの電圧の変動および電動機速度の変化を図6に示す。図6(a)は瞬時停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、図6(b)は図6(a)に対応する電動機速度変化図である。

【0020】図5の流れ図は、ステップ505までは図2に等しく、ただステップ505においてNoの場合に、ステップ506においてPN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出

7

レベル電圧 V_{U2} より大きいのか否かの判断を行い、yesであればステップ508にて設定された減速レートで減速指令を受け、Noであればステップ509にて減速レートは0にして減速指令加減速は禁止〔図6(b)の時点 t_{64} →時点 t_{67} 〕となる。電動機速度は負荷に良い滑らかな変化曲線を描いている。

$$\alpha_d = \alpha_0 - K \cdot (V_{U2} - V_{PN})$$

により計算される減速レート α_d を用いて減速する。Kは減速レートの変換ゲインであり、負荷の大きさ等によって決まる。これにより瞬停時の電圧の変動および電動機10の速度は図7のようになる〔請求項3〕。このように、時点 t_{72} から時点 t_{76} までの滑らかな変化曲線を辿ることになる。なおこの操作手順のとき、図7(a)は瞬停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、図7(b)は図7(a)に対応する電動機10の速度変化図である。

【0022】〔実施の形態4〕負荷が大きい場合、減速ゲインKを大きくする必要があるが、電動機の応答の遅れにより、停電により減速を開始するまでの応答遅れのためPN間直流電圧検出値 V_{PN} の減少が早く、これに伴い減速レートも大きく修正され、減速を開始したところでPN間直流電圧検出値 V_{PN} が、電圧源が許容する最低限電圧が入力された時のPN間直流電圧 V_{U0} を越えて電動機を加速し、急激にPN間直流電圧検出値 V_{PN} が下がり、再び大きなレートで減速をするということを繰り返す問題が出てしまうことがある。このため、PN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出レベル電圧 V_{U2} より低くなった時からの時間 t_{uv} を計測し、この時間 t_{uv} が停電を補償する設定時間 t まで経っていないければ、PN間直流電圧検出値 V_{PN} が電圧源が許容する最低限電圧が入力された時のPN間直流電圧 V_{U0} を越えても、速度を一定に保つようにする〔請求項4〕。

【0023】このフローチャートを図8に示す。図8は逐次型の演算を行うとして、停電を保証する時間設定値に相当するカウント値を時間 t_{uv} を設定し、検出時に時間 t_{uv} を減算カウントして〔ステップ802〕、時間 t_{uv} が0でない場合〔ステップ802でyes〕は、PN間直流流※

$$T_r = -S(\omega) \cdot K \cdot (V_{U2} - V_{PN}) \dots\dots\dots (2式)$$

によって求まるトルク指令 T_r を用いて制御を行えばよい〔図示省略〕。ただし、 $S(\omega)$ は負荷に対し電動機が正転するときは(+)符合となり、逆転するときは(-)符合をとることとする。このようにして、本発明は負荷の状態の如何によって各種の制御手段を準備しており、あらゆる負荷の停電時の処理を円滑に行わせることができる。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、電動機運転中の停電時に制御が不可能となるまでの時間を長く保つことができ、例えば停電したとしても、速度が十分に落ちているため、その後の復電時に回路を破壊するこ

8

*【0021】さらにまた、負荷が変動する場合などは、減速レートを最適な値に設定することができない。これに対応するためには減速レート初期値 α_0 を設定しておき、PN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出レベル電圧の値 V_{U2} より低くなった場合に、

…………… (1式)

※電圧検出値 V_{PN} が電圧源が許容する最低限電圧が入力された時のPN間直流電圧 V_{U0} を越えても、速度を一定に保つようにしている〔ステップ802→ステップ804(設定時間から1を引いてから)→ステップ806→ステップ807→ステップ808〕。ステップ802でNoのときは、ステップ803に進み、PN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出レベル電圧 V_{U2} より低ければ〔ステップ803でNo〕ステップ806でもNoであるから直ちにこの操作は終わるが、ステップ802でPN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出レベル電圧 V_{U2} より高ければ〔ステップ803でyes〕のときは、ステップ805に進み、フラグをオンにしかつ時間 t_{uv} は設定値のままでステップ806へ行く。

【0024】また、ステップ806からステップ807へ進み、PN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出レベル電圧 V_{U2} より高ければ〔ステップ803でNo〕ステップ809に行き、時間 t_{uv} が0より大きいのか否かを判断し、yesであればステップ810で減速レートを0にして加減速を禁止した制御を行い、Noであればステップ811でさらにPN間直流電圧検出値 V_{PN} が停電検出レベル電圧 V_{U0} より大きいのかどうかを判断し、Noであればステップ810の制御となり、yesであればステップ812に移りフラグをオフにして通常制御に復帰することになっている。

【0025】〔実施の形態5〕そしてまた応答遅れが大きい場合、上記手段よりもトルクを直接制御した方が効果的である〔請求項5、6〕。上記手段の減速レートを修正する代わりに制御をトルク制御に切り替え、停電検出レベル電圧の値 V_{U2} とPN間直流電圧検出値 V_{PN} と適当なゲインKと回転方向を示す $S(\omega)$ を用いた(2式)、

★と無く、安全に制御を再開することができるという特段の効果奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される電動機をインバータ駆動する汎用の制御回路の構成を示すブロック図

【図2】図2は、本発明の第1の発明〔請求項1〕の操舵手順を示すフローチャート

【図3】図2の方法による瞬停時の電圧の変動および電動機10の速度を示し、(a)は瞬停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、(b)は図3(a)に対応する電動機10の速度変化図

【図4】従来方法〔従来例1〕による瞬停時の電圧の変

動および電動機速度を示し、(a)は瞬時停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、(b)は図4(a)に対応する電動機速度変化図

【図5】負荷のイナーシャが大きい場合などで少しの減速で大きく回生する場合の本発明によるフローチャート

【図6】図5の操作手順のときの電圧の変動および電動機速度の変化を示し、(a)は瞬時停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、(b)は図6(a)に対応する電動機速度変化図

【図7】負荷が変動する場合などの本発明の瞬停時の電圧の変動および電動機速度を示し、(a)は瞬時停電時における直流電圧・PN間電圧の時間的推移図、(b)は図

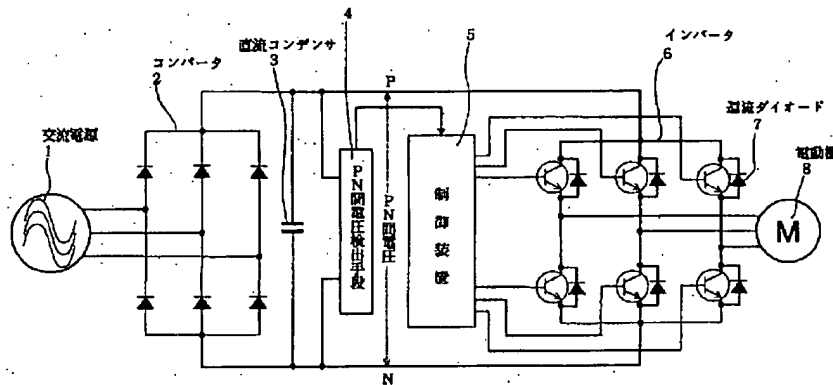
7(a)に対応する電動機速度変化図

【図8】図7の場合の操作手順を示すフローチャート

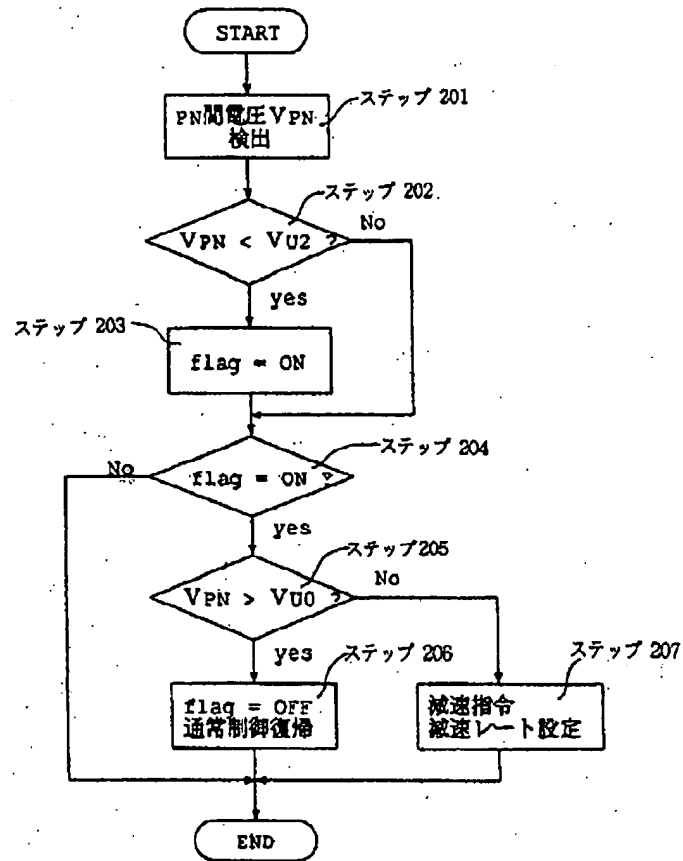
【符号の説明】

- 1 交流電源
- 2 コンバータ
- 3 直流コンデンサ
- 4 PN間電圧検出手段
- 5 制御装置
- 6 インバータ
- 7 還流ダイオード
- 8 電動機

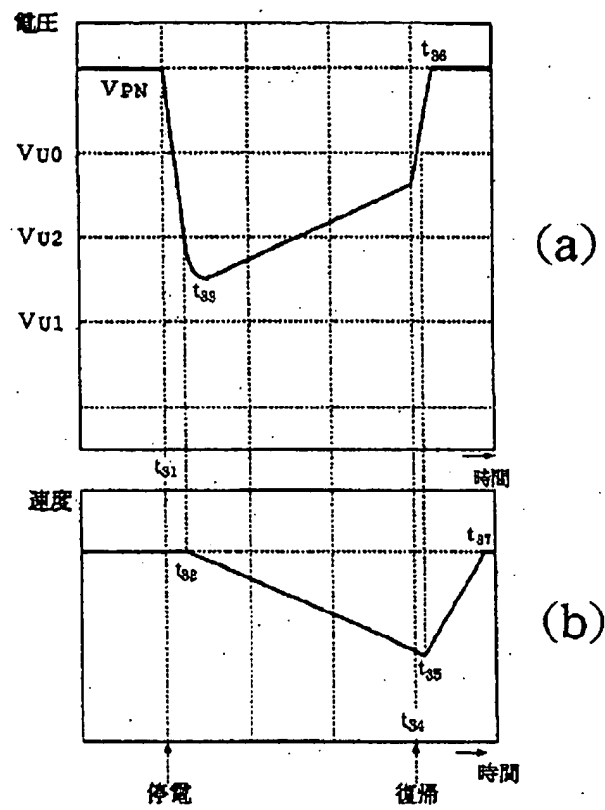
【図1】



【図2】

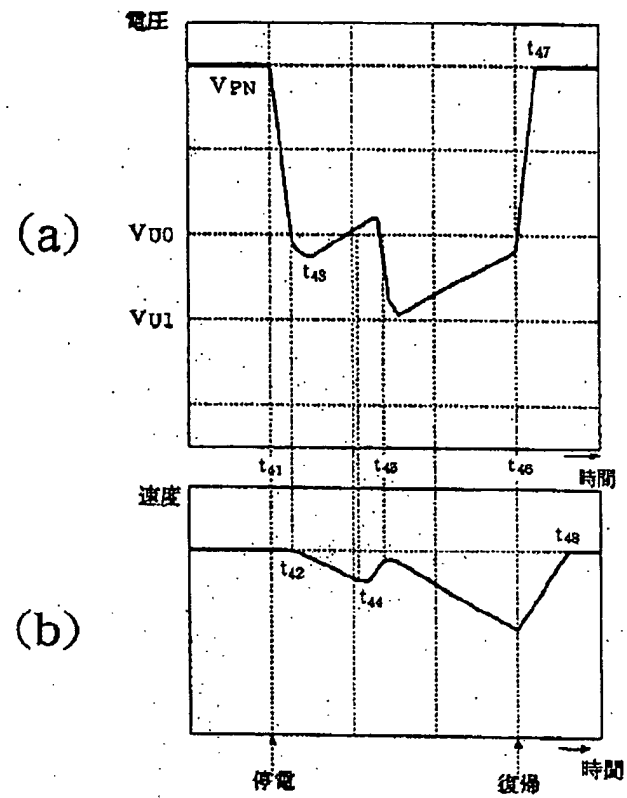


【図3】

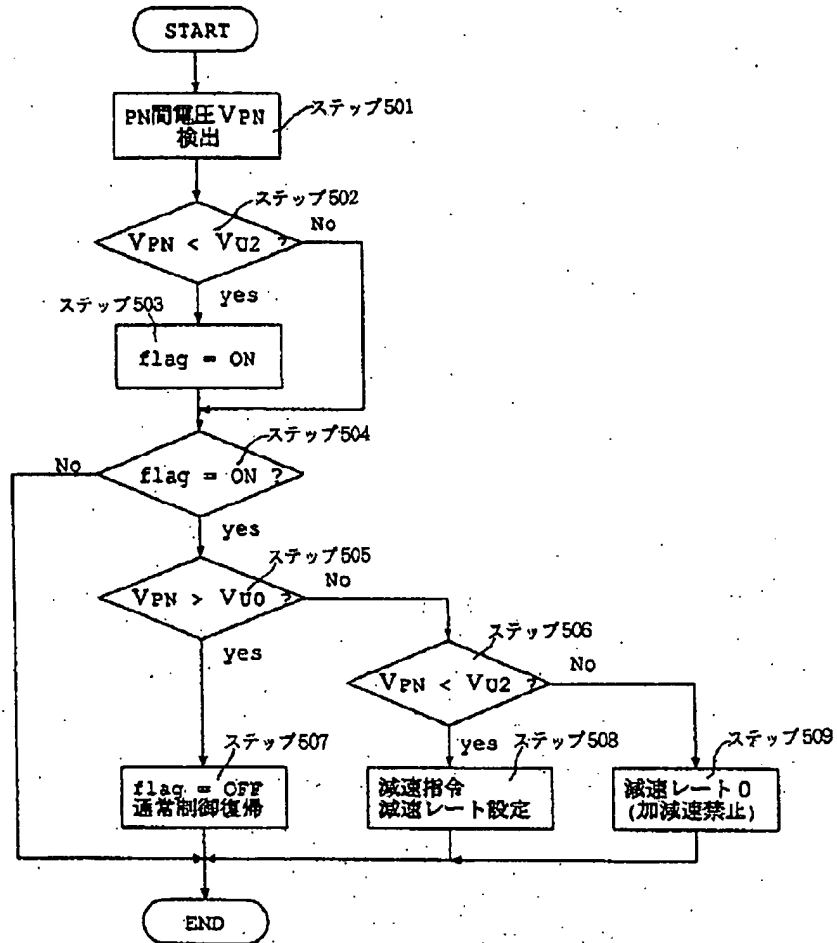


【図4】

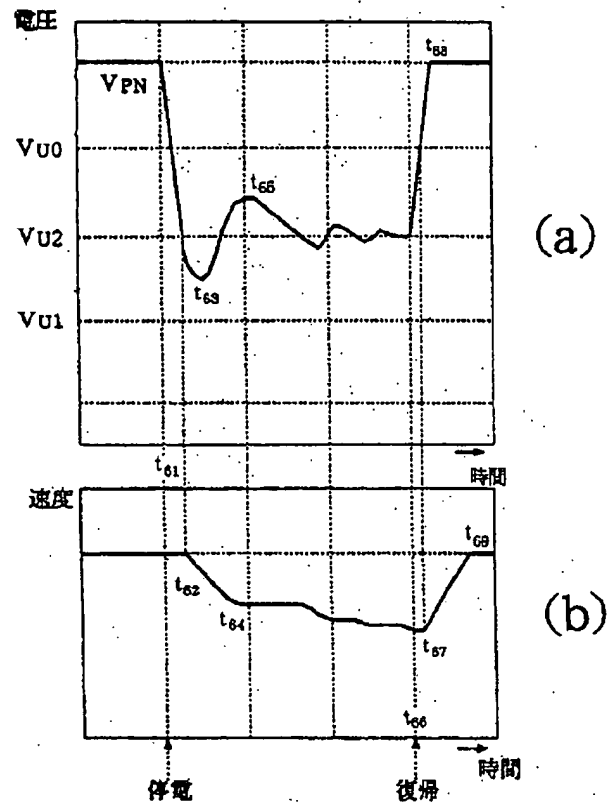
[従来方法]



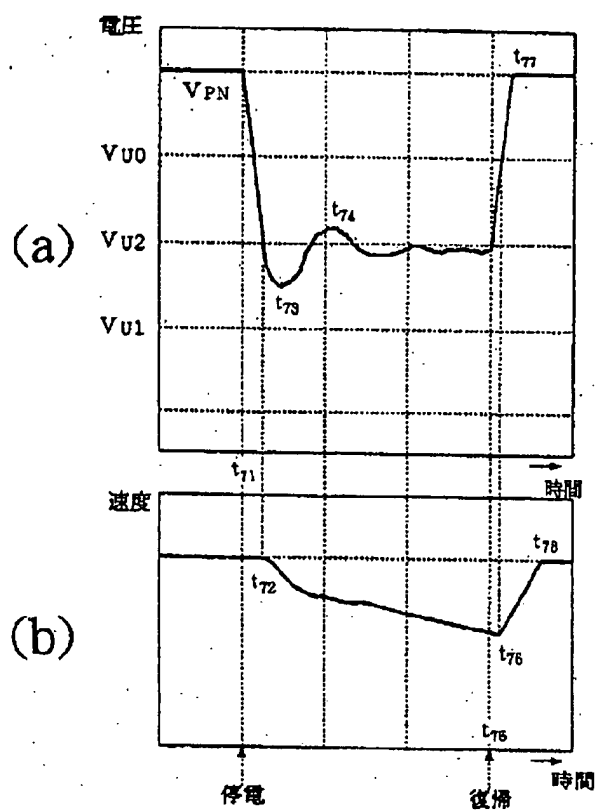
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

